

## GROWTH METHOD OF Si CRYSTAL

## GROWTH METHOD OF Si CRYSTAL

Patent Number: JP3286522  
Publication date: 1991-12-17  
Inventor(s): MIYAGAWA KUNIKO  
Applicant(s): NEC CORP  
Requested Patent: ☐ JP3286522  
Application Number: JP19900088711 19900403  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/205  
EC Classification:  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To reduce an irregularity in a device characteristic due to an irregularity in a film thickness by a method wherein an atomic-layer epitaxial growth operation of Si is executed on a semiconductor substrate by using an organic Si-based gas.

**CONSTITUTION:** When an organic compound gas of Si where bonding hands of Si atoms 2 are provided with, e.g. ethyl groups 3 is decomposed and the ethyl groups in one part are cut from the Si atoms 2, gas molecules provided with dangling bonds 4 are approached to an Si substrate 1, the ethyl groups 3 on the surface are separated and Si atoms 2A of molecules provided with the dangling bonds 4 are bonded to the outermost surface of the Si substrate 1. The outermost surface side of a first Si layer which has not been bonded to the Si atoms 2 in the substrate is still provided with the ethyl groups 3. When Si compounds provided with one part of the ethyl groups 3 are approached to the dangling bonds 4, they are disconnected from the substrate and the Si atoms 2A provided with the ethyl groups are bonded to the outermost surface. Since the Si compounds provided with the dangling bonds are bonded stably to the Si atoms 2 in the substrate, an epitaxial growth operation which can control an atomic layer can be executed without forming the difference in level on the surface.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-286522

⑤Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

7739-4M

⑬公開 平成3年(1991)12月17日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑭発明の名称 Siの結晶成長方法

⑯特 願 平2-88711

⑰出 願 平2(1990)4月3日

⑱発 明 者 宮 川 邦 子 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑲出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

## 発明の名称

Siの結晶成長方法

## 特許請求の範囲

半導体基板上に有機Si系ガスを用いてSiを原子層エピタキシャル成長させることを特徴とするSiの結晶成長方法。

## 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明はSiの結晶成長方法に関する。

## 〔従来の技術〕

従来、Siのエピタキシャル成長は無機系ガスを使用した化学的気相成長法(CVD法)が主流である。CVD法では成長時のガス圧が高く、気相中でガスが化学反応する。そのためSiの微粒子が気相中で形成され、それがSi基板上に堆積する。エピタキシャル成長は、微粒子が基板上に

積もる時、基板温度によりSi原子が再配列することにより行なわれていた。

また、固体ソースのSiを用いた分子線エピタキシャル成長法(MBE法)では、Siの融点が高いために、電子銃(Eガン)によりSiソースを溶融してSi原子のビームをとばしている。この方法では、Eガンのパワーを制御することにより、成長レートを制御すれば原子層で制御できるエピタキシャル成長は可能である。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

従来のCVD法ではガス圧が高く、気相中でSi微粒子が形成される。成長は、その微粒子というSi原子のかたまりが基板に積もることにより行なわれるため、エピタキシャル成長を原子層で制御することは不可能であり、薄膜の精密な膜厚制御を行なえないためデバイスの特性がばらつくという問題点があった。

また、MBE法では膜厚制御性のよいSiのエピタキシャル成長を行うことができるが、Eガンにより溶融したSiが突沸して、欠陥の多い結晶

となる。さらに、この方法は蒸着法であるため、Si基板上のみに成長させる選択成長は不可能であり、デバイスを作製する際、工程数が多くなったり、セルフラインのプロセスが行えないなどの問題点があった。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のSiの結晶成長方法は、半導体基板上に有機Si系ガスを用いてSiを原子層エピタキシャル成長させるものである。

〔作用〕

本発明の作用を図1を用いて説明する。

Si原子2の結合手にアルキル基の一種である。例えばエチル基3がついているSiの有機化合物ガスは、熱により分解し、その一部のエチル基3がSi原子2からきれると、そのダングリングボンド4をもったガスの分子が図1(a)に示すように、Si基板1に近づく。そして図1(b)に示すように、基板の表面に付いていたエチル基3がはなれて、Si基板1の最表面にダングリングボンド4をもった分子のSi原子2Aが

結合する。

アルキル基どうしは化学結合しにくい性質があるので、通常のCVDのように気相中で反応してSi微粒子となることはなく、Si原子は逐次堆積していく。また、Si基板1上では、基板のSi原子2と結合していない真空側、すなわちSi第一層の最表面側にはエチル基3がまだついており、このエチル基はダングリングボンド4と一部のエチル基3を持ったSi化合物が近づくと、基板から脱離してエチル基を持ったSi原子2Aが最表面に結合する。ダングリングボンドを持ったSi化合物は基板表面でマイグレートしてSi表面のキンクで安定に基板のSi原子2と結合するため、表面に段差を作ることなく、原子層で制御できるエピタキシャル成長が行える。表面がSi以外の材料上では、ダングリングボンドを持ったSi化合物は安定にその表面上に結合できないので、選択成長が可能である。

〔実施例〕

次に本発明の一実施例を説明する。

用いたSi基板は面方位(100)で、〈110〉方向に4°オフしている。はじめに、Si基板を $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=2:4:10$ のプランソン洗浄を20分間行い、表面に清浄な $\text{SiO}_2$ 膜をつける。その後、超高真空装置にいれ、基板を400℃に設定し、クラッキングした $\text{H}_2$ ガスを20分照射して酸化膜を除去し、Si表面の清浄化を行なった。Si(100)の清浄表面が2×1の超構造を示すことから、反射電子線回折(RHEED)を用いて2×1の超構造を確認することによって、清浄なSi表面が得られたとした。

Siのエピタキシャル成長に用いるガスは、テトラエチルシラン( $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ )と水素( $\text{H}_2$ )で、混合比は $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4:\text{H}_2=1:9$ である。 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ は常圧で液体で、沸点は153℃と高い。しかし、チャンバー内は成長時においても、 $1\times 10^{-5}\text{Torr}$ と真空度が高いこと、ポンプを含め配管系を約100℃に加熱することにより、ガス量を確保し

た。成長方法はガスソースMBE法であり、ベース・プレッシャーが $1\times 10^{-10}\text{Torr}$ の超高真空装置を使用している。成長時、 $\text{H}_2$ ガスのみ、ガスセルに付いているECRのガスクラッキング装置によりクラッキングをおこなった。成長時の全圧力は $1\times 10^{-5}\text{Torr}$ である。Siの成長は基板温度600℃で行なった。その結果100原子層以上のSiを制御性良くエピタキシャル成長させることができた。

本実施例を用いれば、極薄膜化したMOSFETのチャンネル部の形成や、バイポーラの薄膜ベースの形成にも応用できる。

尚、上記実施例においてはSi基板上にSiの原子層をエピタキシャル成長した場合について説明したが、Ge基板上にも同様にエピタキシャル成長を行うことができる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は、有機Si系ガスを用いてSiを原子層エピタキシャル成長させることにより、デバイスの微細化を進める上で精密

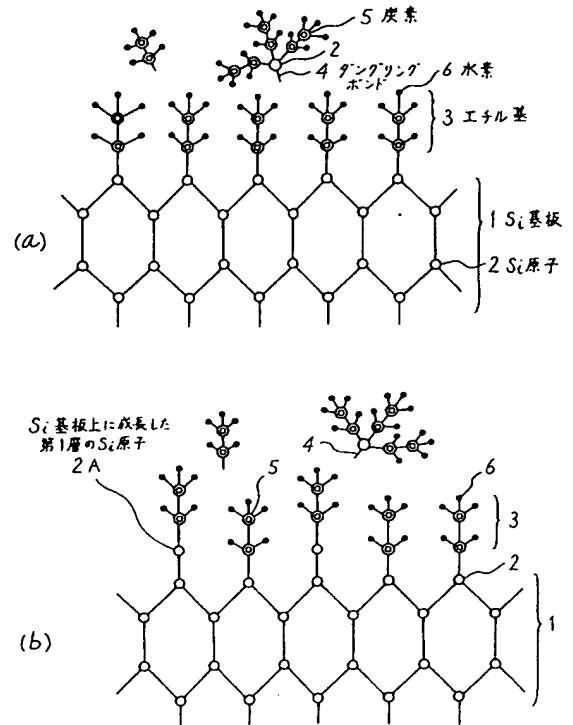
な寸法制御が必要とされるデバイスプロセスに利用でき、膜厚のばらつきによるデバイス特性のばらつきを低減させることができるという効果がある。

図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)は本発明の作用を説明するためのSi原子とエチル基の結合を示す図である。

1…Si基板、2…Si原子、2A…Si基板上に成長した第1層のSi原子、3…エチル基、4…ダングリングボンド、5…炭素、6…水素。

代理人 井理士 内 原 晋



第1図

THIS PAGE BLANK (USPTO)